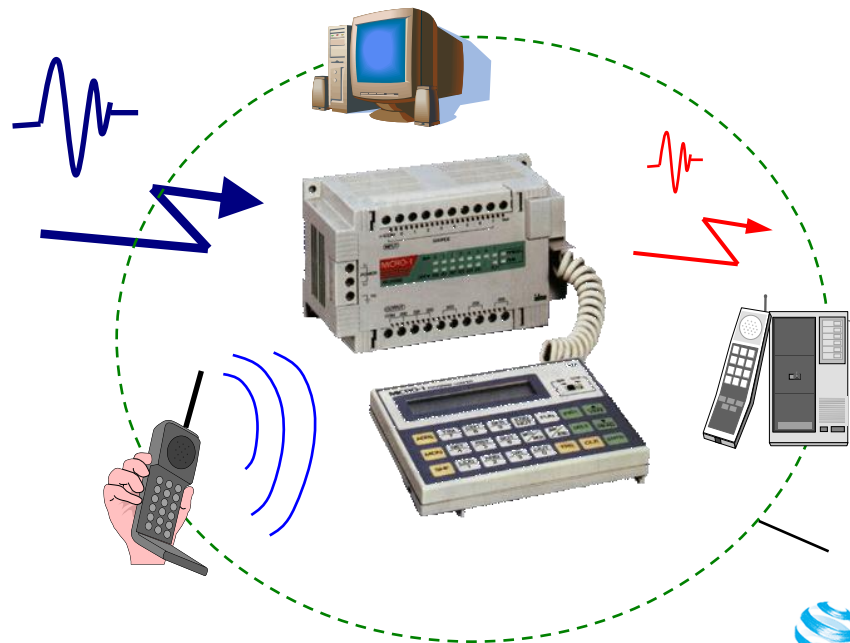


# Inleiding: wat is EMC?

EMC (Elektro Magnetische Compatibiliteit) is het vermogen van een **apparaat** of **stelsel** om ongestoord (zonder **degradatie**) in een bepaalde **omgeving** te functioneren zonder daarbij zelf verstoringen van apparaten of systemen in die omgeving te veroorzaken.

**Immunititeit**  
vermogen om  
stoorspanning en  
stoorveld uit  
omgeving te  
verdragen



**Emissie**  
beperking  
geproduceerde  
stoorspanning en  
stoorveld naar  
omgeving

EMC omgeving



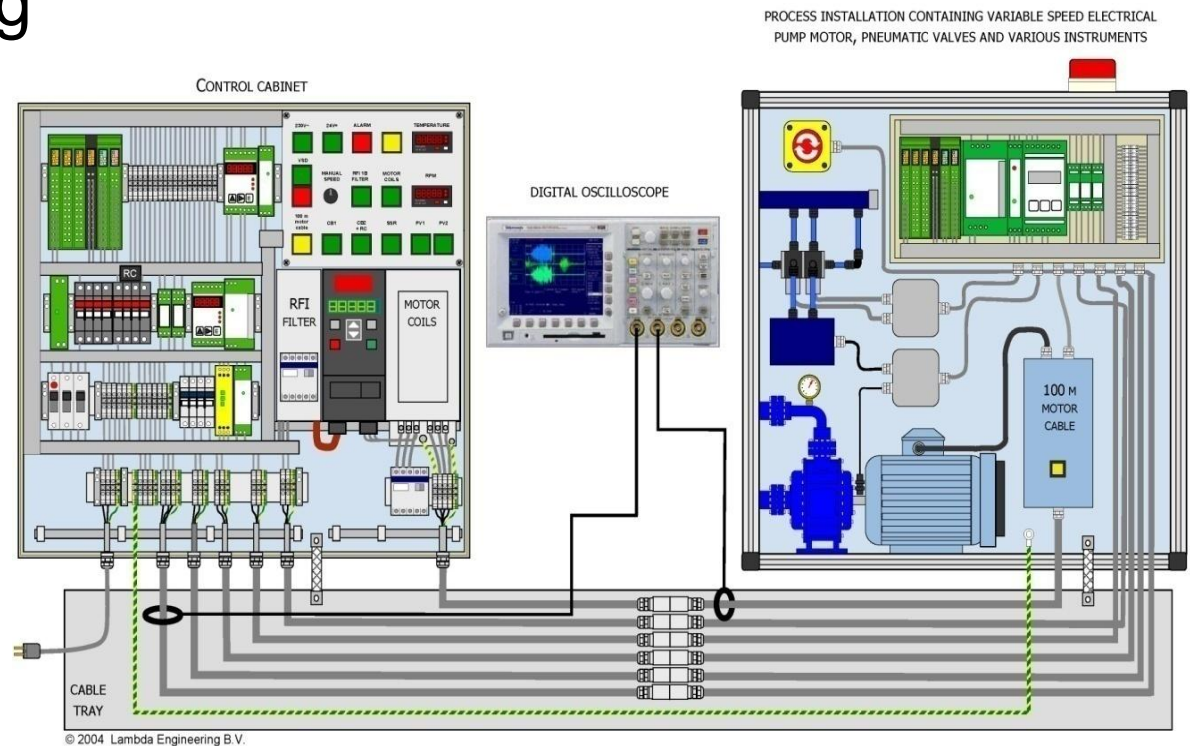
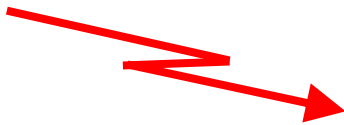
# Voorbeelden EMC problemen

- Verstoring van radiofrequent systemen door harmonische stoorfrequenties van digitale apparatuur en door sterke zenders
- Verstoring van besturings- en detectieapparatuur door schakeltransients van bagagebanden
- Schade aan elektronica als gevolg van bliksem → door uitvoering van een zoneconcept en de juiste installatietechniek zijn problemen op te lossen, zie video vliegtuig bliksemontlading



# EMC demo installatie

- EM bronnen: frequentieregelaar, schakelaars, zender
- EM slachtoffers (analoge meting, beveiligingsrelais)
- Koppelpaden
- Kabelafscherming



© 2004 Lambda Engineering B.V.

# EMC specificatie en -instructie

## 2.3. (EMC) electromagnetic compatibility



Complies with EMC guideline 89/336/EEC and low voltage directive 73/23/EEC

Immunity to interference in acc. with EN 50082-2

• Electrostatic discharge (ESD)	EN 61000-4-2	Criterion B 8 kV discharge in air
• Electromagnetic HF field: Amplitude modulation Pulse modulation	EN 61000-4-3	Criterion A 10 V/m 10 V/m
• Fast transients (Burst)	EN 61000-4-4	Criterion B I/O/S: 2 kV/5 kHz 1)
• Surge voltage capacities (Surge)	EN 61000-4-5	Criterion B I/O: 2 kV/42 $\Omega$ 1)
• Conducted disturbance	EN 61000-4-6	Criterion A I/O/S: 10 V 1)
• Noise emission in acc. with EN50081-2	EN 55011	Class A

EN 61000 corresponds to IEC 1000

EN 55011 corresponds to CISPR11

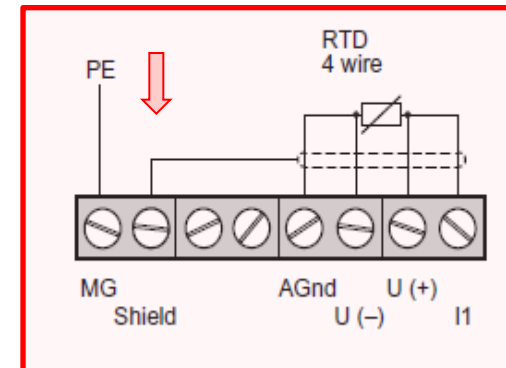
1) I  $\hat{=}$  Input / O  $\hat{=}$  Output / S  $\hat{=}$  Supply

Criterion A: Normal operating behavior within the defined limits.

Criterion B: Temporary impairment of operational behavior that the device corrects itself.

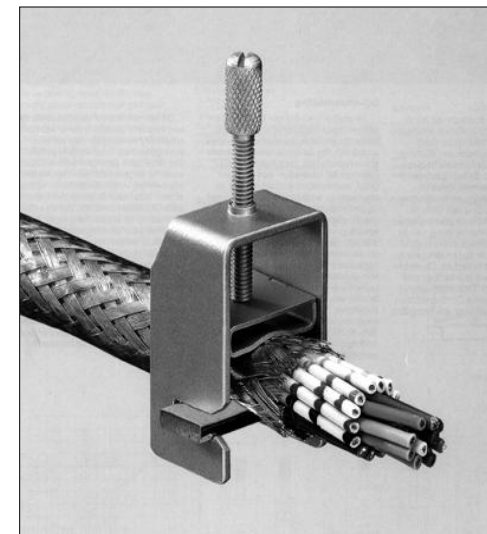
Class A: Area of application: industry, without special installation measures.

## 4.3. Connecting an RTD sensor in 4-conductor technology

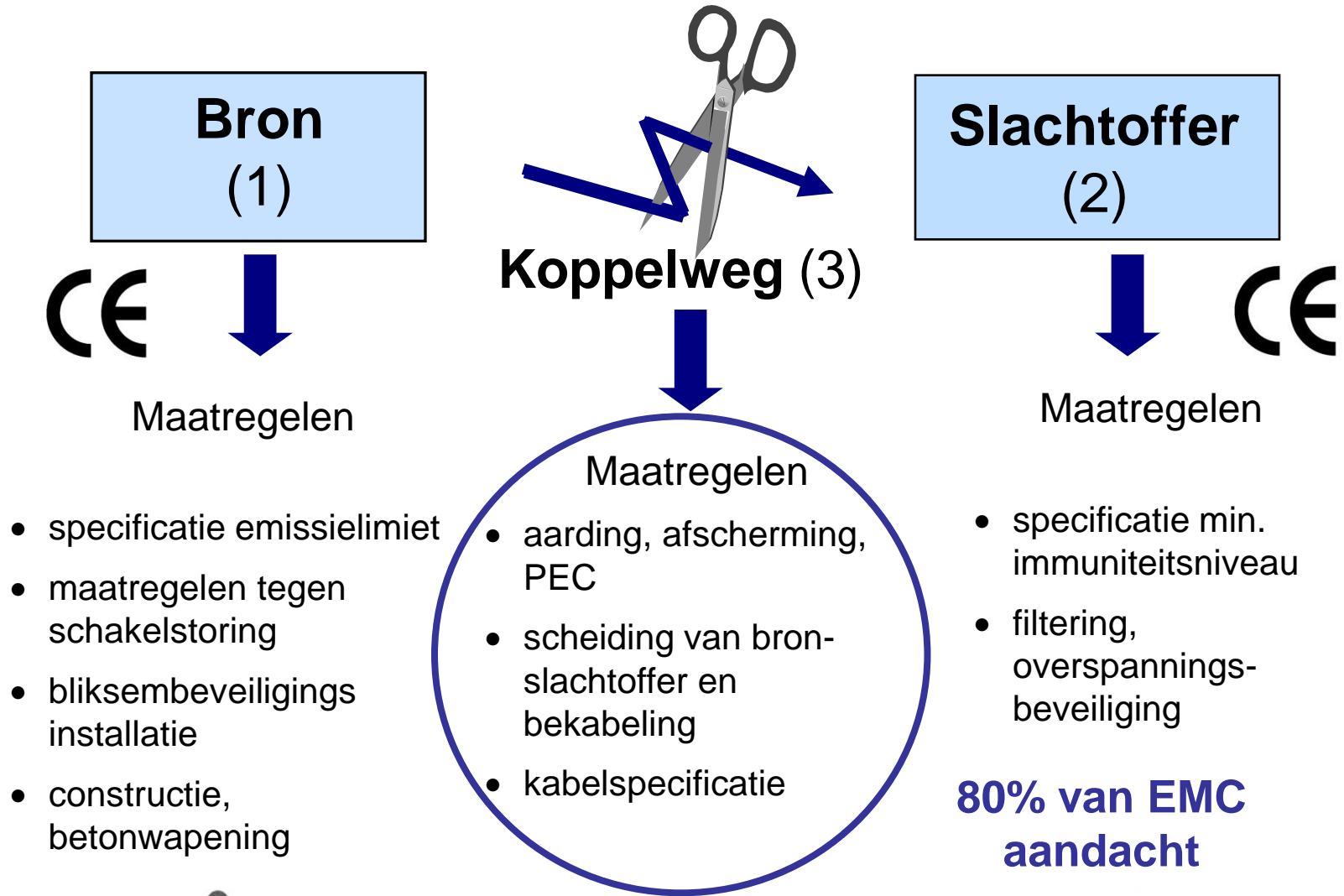


5126A007

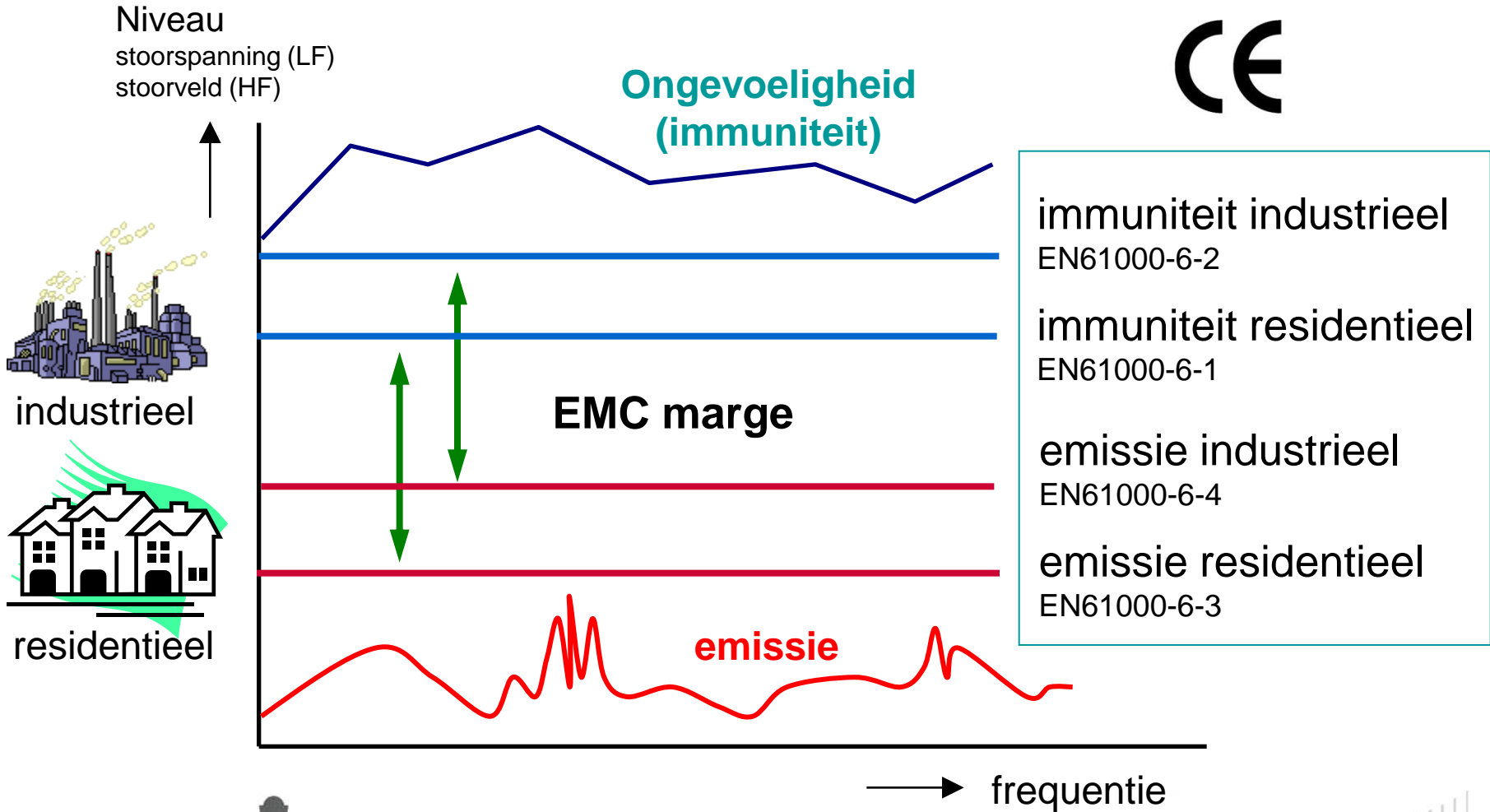
Fig. 10



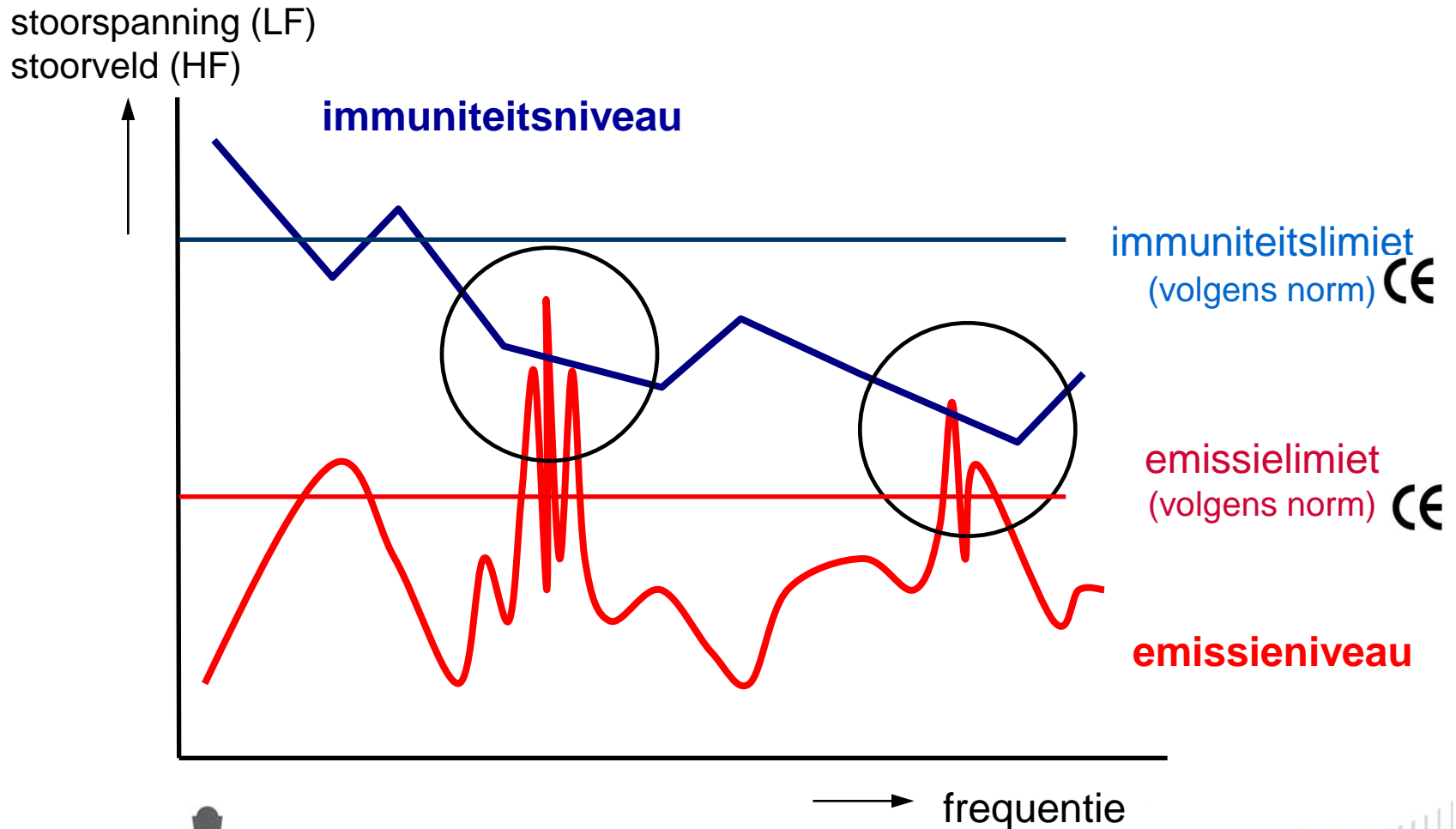
# EMC drieluik



# EMC volgens beheersmodel



# EMI = ElectroMagnetische Interferentie



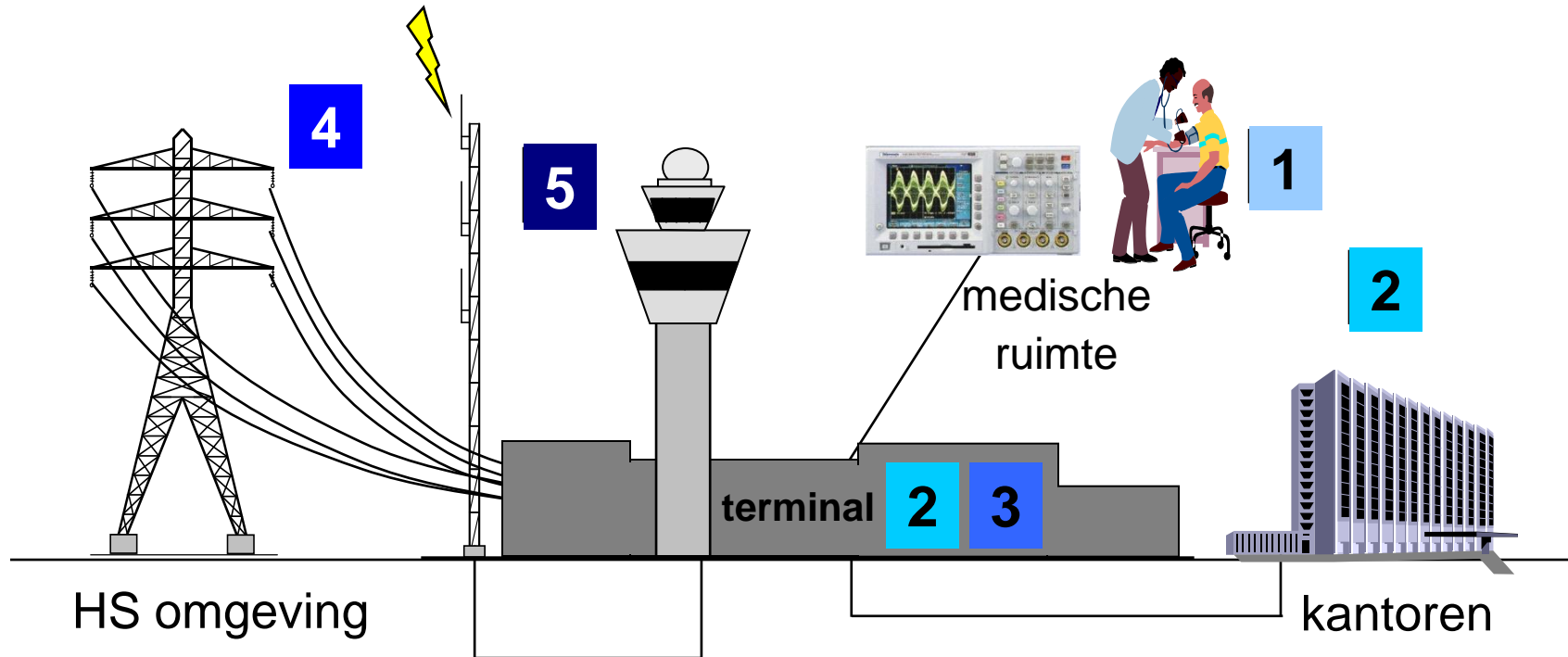
# EM niveaus volgens IEC 61000-2-5

Niveau	Beschrijving omgeving	Typische apparatuur	Kenmerken
1	Medische ruimten, laboratoria of gevoelige telecom ruimten.	Diagnose apparatuur, EEG/ECG apparatuur	Goed beschermde omgeving / gevoelige omgeving Afgeschermde ruimten d.m.v. staalconstructies of betonwapening. Er zijn (filter)maatregelen genomen t.a.v. de voedingsspanning (b.v. UPS, scheidingstransformator).
2	Kantoorruimten en ruimten voor huishoudelijk gebruik. Openbare ruimte.	PC's, netwerk-apparatuur, HUB's, switches, printers, audio- en video apparatuur	Beschermde omgeving. Hoge concentratie aan (residentiële) kantoor- en netwerkapparatuur. Geen sterke stoorbronnen aanwezig.
3	Industriële omgeving, technische ruimten, MCC's	PLC's, magneet-schakelaars, frequentieregelaars, motoren, kleppen, portofoons 2-5W, detectiepoortjes	Min of meer onbeschermde omgeving waar industriële stoorbronnen zijn te vinden zoals vermogenselectronica (frequentieregelaars), relatief sterke zenders.
4	Zwaar industriële omgeving.	Frequentieregelaars zonder RFI filters, grote UPS systemen, sterke RF zenders, lineaire motor BASS	Omgeving met sterke stoorbronnen zoals hoogspannings(schakel)apparatuur, industriële apparatuur die niet voldoet aan niveau 3 specificaties. Omgeving dicht bij antennes van sterke radiocommunicatie zenders.
<p>OPMERKING: Niveau 2 komt overeen met dat van de residentiële- en licht industriële omgeving volgens de generieke normen IEC 61000-6-3 (EN50081-1) en IEC 61000-6-1 (EN50082-1), terwijl niveau 3 overeen komt met het industriële niveau volgens de generieke normen IEC 61000-6-4 (EN50081-2) en IEC 61000-6-2 (EN50082-2).</p>			





# EM zonering Schiphol Airport



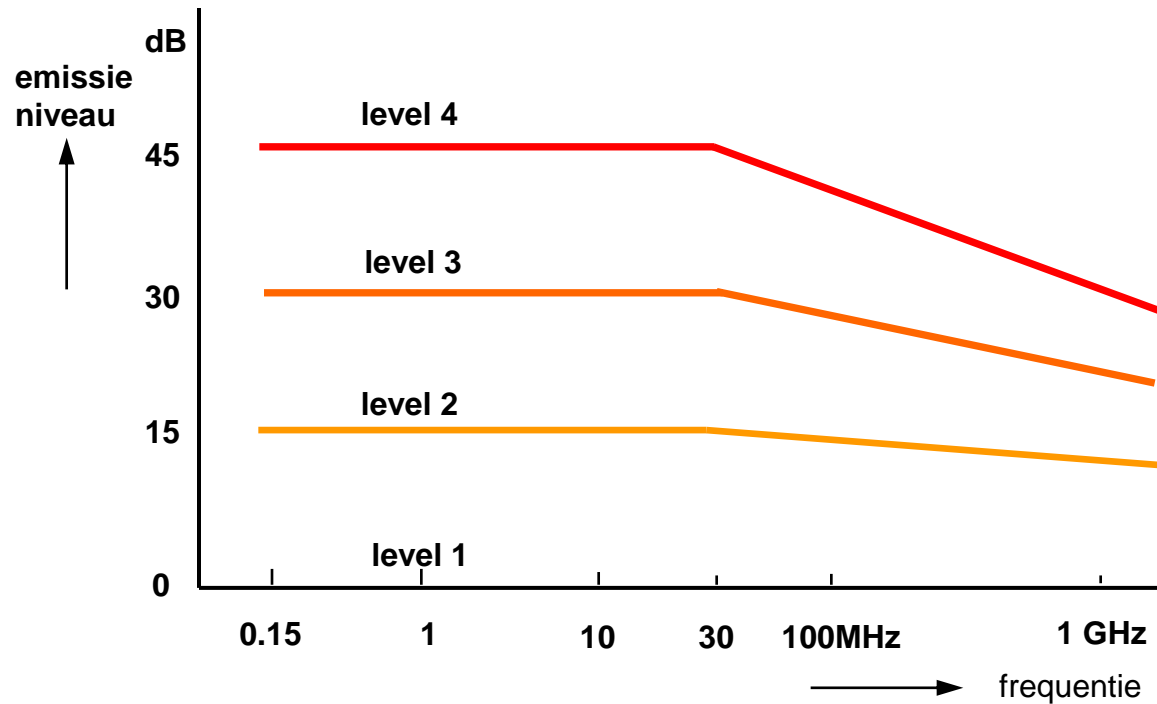
**Interfacing tussen  
EM niveaus via  
geleiding en velden!**

- 1 zeer gevoelig
- 2 residentieel, huishoudelijk
- 3 industrieel
- 4 zwaar industrieel/hoogspanning
- 5 uitzonderlijk (b.v. directe bliksem)



# EM zonerings (2)

- specificatie van EM niveau's voor apparatuur in verschillende EM zones
- specificatie van interfaces tussen EM zones



ca. 15 dB (factor 4) demping vereist per zone-overgang



# Doelstelling EMC beheer

## Minimaliseren elektromagnetische verstoring van systemen binnen AirportCity

- ▶ EM niveaus per locatie vastleggen (EM zoneplan)
- ▶ Afspraken over toepassing EMC normen voor apparatuur op basis van EM zoneplan (in lijn met CE-eisen conform EMC richtlijn 2004/108/EEG)
- ▶ Afspraken over installatietechnieken (aarding, kabelafscherming, kabelscheiding)
- ▶ Vastleggen EMC taken, verantwoordelijkheden, bevoegdheden
- ▶ Frequentiegebruik en etherbeheer Schiphol, actief anticiperen op radiotechnische ontwikkelingen

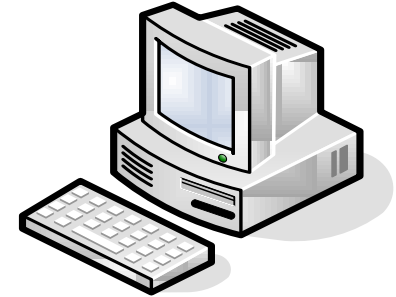


# EMC beheer: combinatie van maatregelen

## ► Apparatuur

EMC eisen stellen aan de afzonderlijke apparaten (op basis van EMC normen en in lijn met EM niveau van de omgeving).

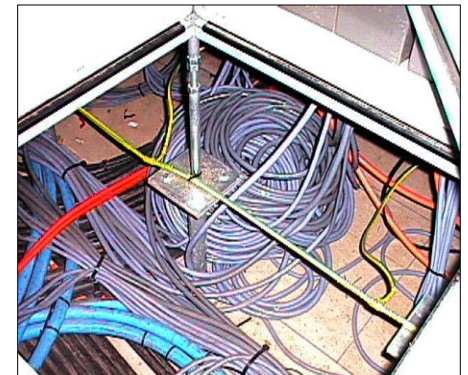
Richtlijn EMC Amsterdam Airport Schiphol sinds 2004 en geüpdate in 2008, EN/IEC 61000 serie



## ► Installatie

Installatiemaatregelen: reductie koppelweg tussen bron en slachtoffer en instandhouding gebieden met verschillende EM niveaus.

EMC installatie regels Schiphol, uitgegeven begin 2011, IEC 61000-5-2

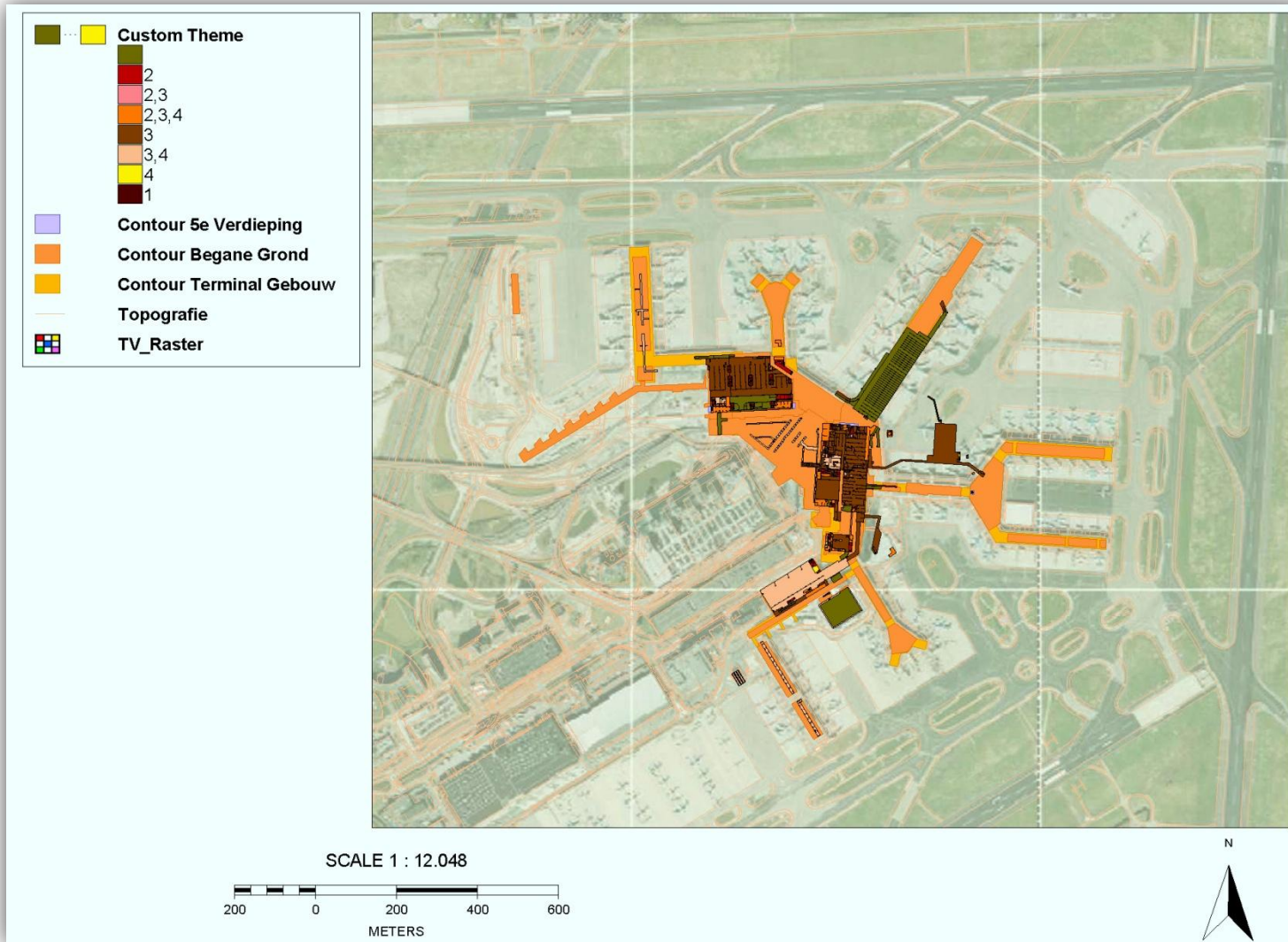


# EM zones terminalcomplex

Gebruiksfunctie	Omschrijving	EM niveau
Verkeersgebied	Terminalruimte, gangen, rolpaden, trappen etc	3
Technische ruimten	Schiphol Telematics: routers, hubs, modems etc.	2
Technische ruimten	Besturingsapparatuur, laag vermogen schakelkasten, luchtbehandeling	3
Technische ruimten	MCC, frequentiegeregelde motoren, BASS	4
Bagagekelder	Typische industriële installaties (banden, motoren etc.)	3/4
Stationsruimte	Nabij tractie installatie	3/4
In terminal, op daken	Opstelpunten antennes voor (tele)communicatie	3/4
Luchthavengebouw	Algemene publieksruimte, lounge, wachtkamer	2
Kantoren	Kantoren in- en boven terminalgebied	2
Winkelgebied	Residentiële, commerciële ruimten	2

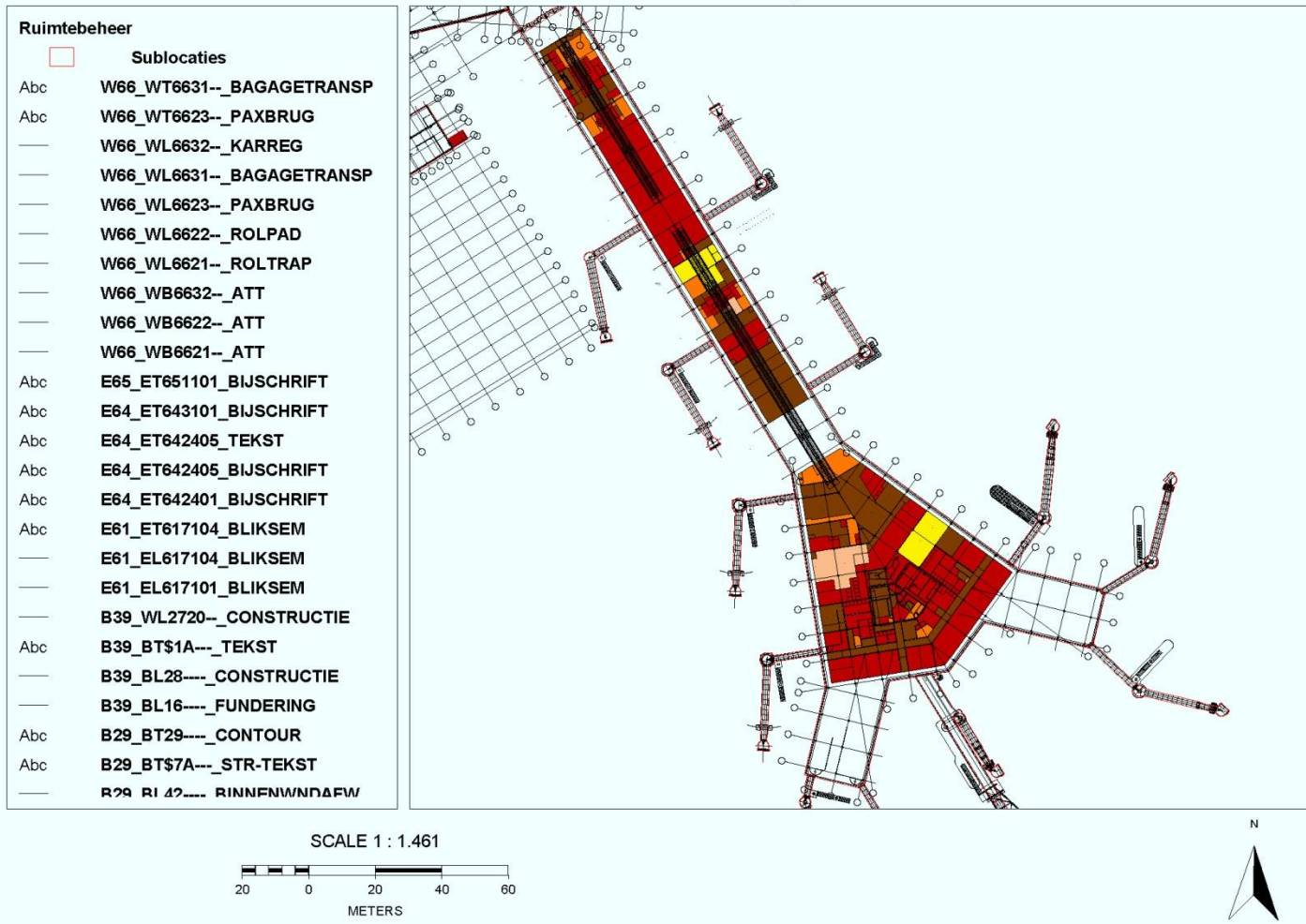


# Praktische uitwerking EM zonerings Terminal viewer



# Praktische uitwerking EM zonering Terminal viewer

## Terminal Viewer D-pier BG

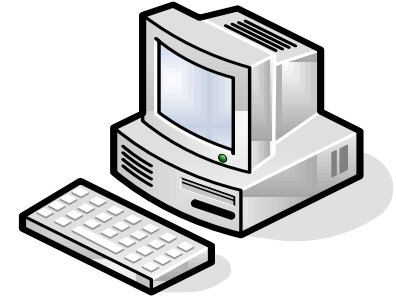


# EMC beheer: combinatie van maatregelen

## ► Apparatuur

EMC eisen stellen aan de afzonderlijke apparaten (op basis van EMC normen en in lijn met EM niveau van de omgeving).

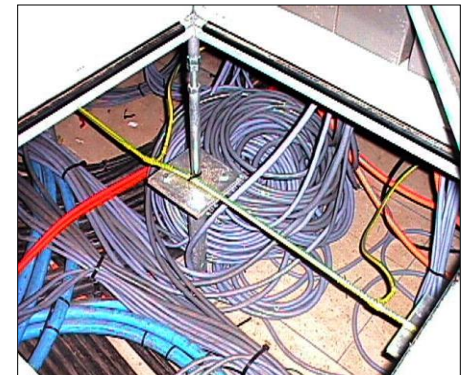
Richtlijn EMC Amsterdam Airport Schiphol sinds 2004 en geüpdate in 2008, EN/IEC 61000 serie



## ► Installatie

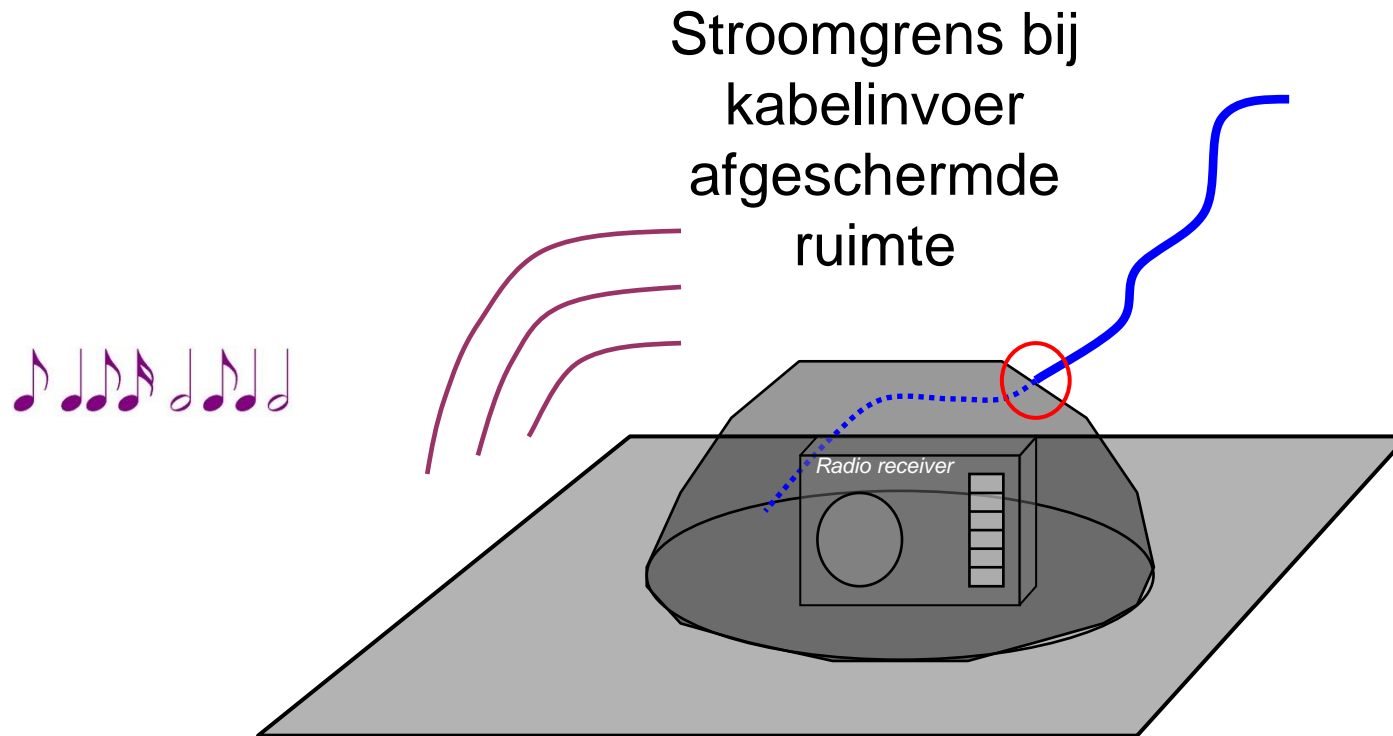
Installatiemaatregelen: reductie koppelweg tussen bron en slachtoffer en instandhouding gebieden met verschillende EM niveaus.

EMC installatie regels Schiphol, uitgegeven begin 2011, IEC 61000-5-2





# EM zone overgang: Kooi van Faraday

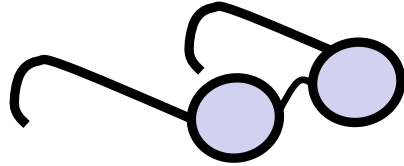


Afgeschermde kabels op wand afwerken



# Andere kijk op disciplines

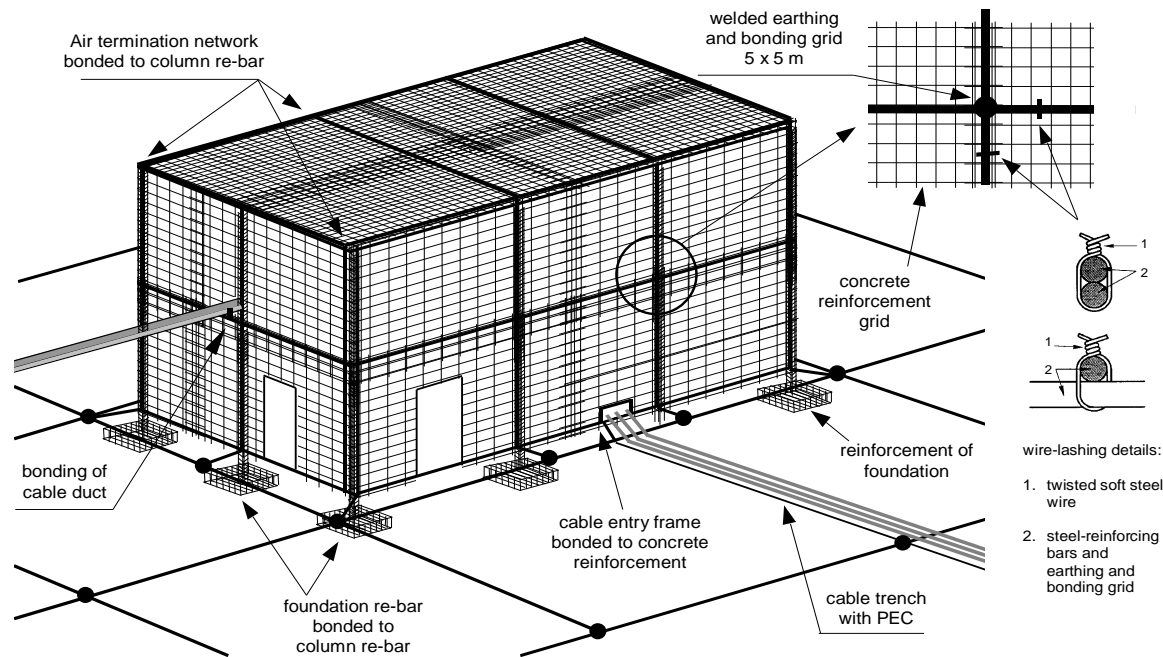
Benodigd: ...



*EMC bril*



Besturingsgebouw



Besturingsgebouw bekeken door 'EMC bril'

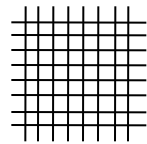
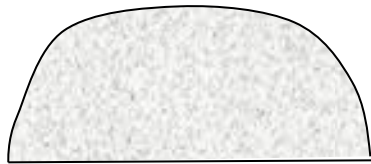


# EM zone overgang: Kooi van Faraday

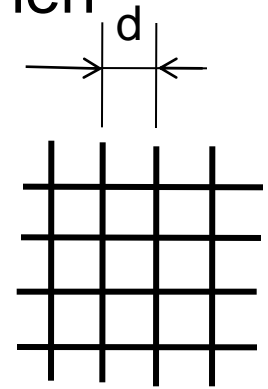
Golflengte  $\lambda = c/f$  [m]

( $c$ =lichtsnelheid =  $3 \cdot 10^8$  [m/s],  $f$  = frequentie [Hz])

Demping bij  $d \ll \lambda$ , frequentie en afmetingen kunnen geschaald worden:



$d=1\text{mm}$  □  
 $f = 100\text{MHz}$   
 $\lambda=3\text{m}$



$d=100\text{mm}$  □  
 $f = 1\text{MHz}$   
 $\lambda=300\text{m}$

Minimale eis:  $d < \lambda/10$

Voorbeeld bliksem:  $f_{\text{max}} = 1\text{MHz} \rightarrow \lambda=300\text{m}$ ,  $d < 30\text{m}$

Aardings-/PV netwerk Terminal:  $15\text{m} \times 15\text{m}$



# Planning aansluitingen betonwapening

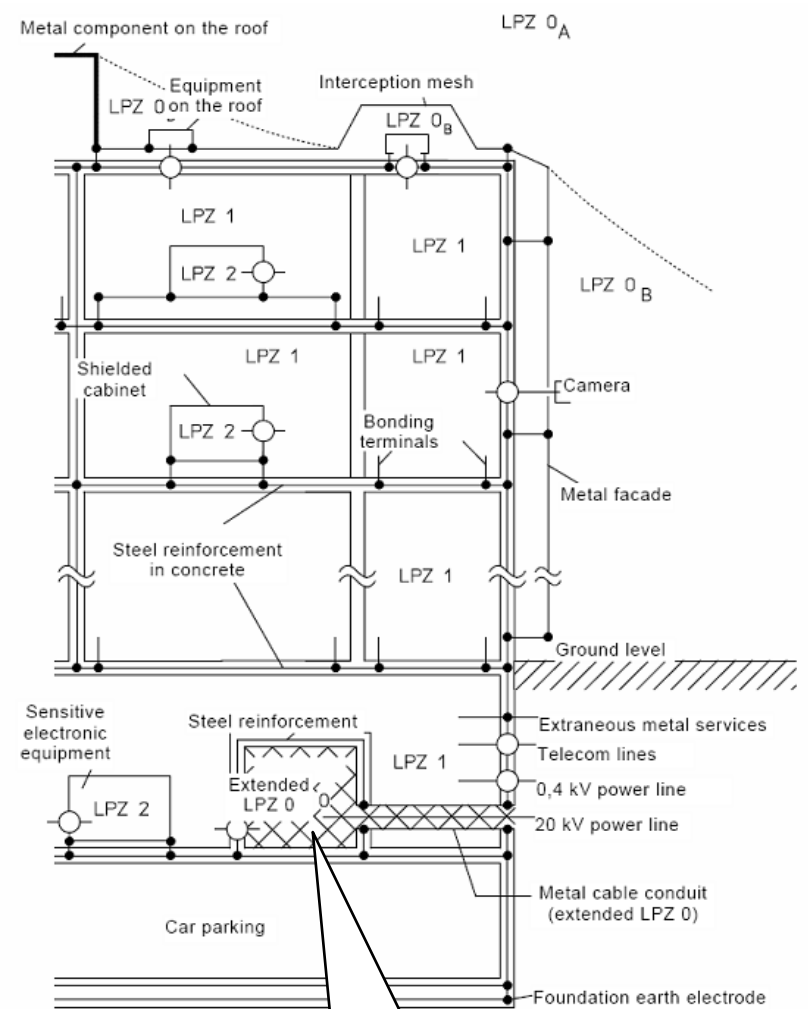
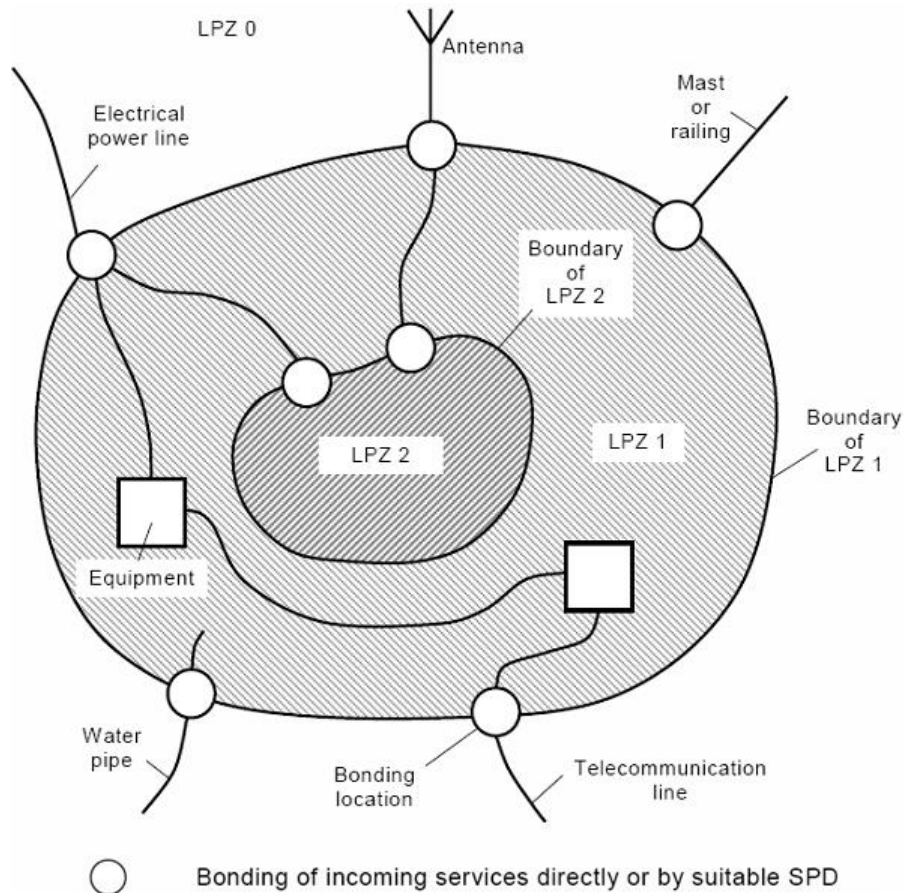


# EMC installatie regels Schiphol

Doel:

- ▶ Vastleggen van installatiemaatregelen om te voldoen aan de eisen voor EM zonerings volgens de Richtlijn EMC Amsterdam Airport Schiphol → Hoe zoneovergangen in de praktijk te realiseren
- ▶ Realisatie van een adequate bliksembeveiliging voor wat betreft het beheersen van blikseminductiespanningen op bekabeling; NEN-EN-IEC 62305





• equipotent  
± surge protection (SPD)  
voorbeeld LPM system ka conform EN62305-4

zone-indeling bliksembeveiliging conform EN62305-4

EN62305	Richtlijn EMC
LPZ 0 <sub>a</sub> , buiten	EM zone 5, buiten
LPZ 0 <sub>b</sub> , buiten	EM zone 4, buiten of binnen
LPZ 1, binnen	EM zone 3, binnen
LPZ 2, binnen	EM zone 2, binnen
LPZ 3, binnen	EM zone 1, binnen

Extended EM-zone 3 in 2 omgeving wordt ook toegepast bij databekabeling en voeding in SER-T 371; zie verderop de uitgewerkte standaardoplossing

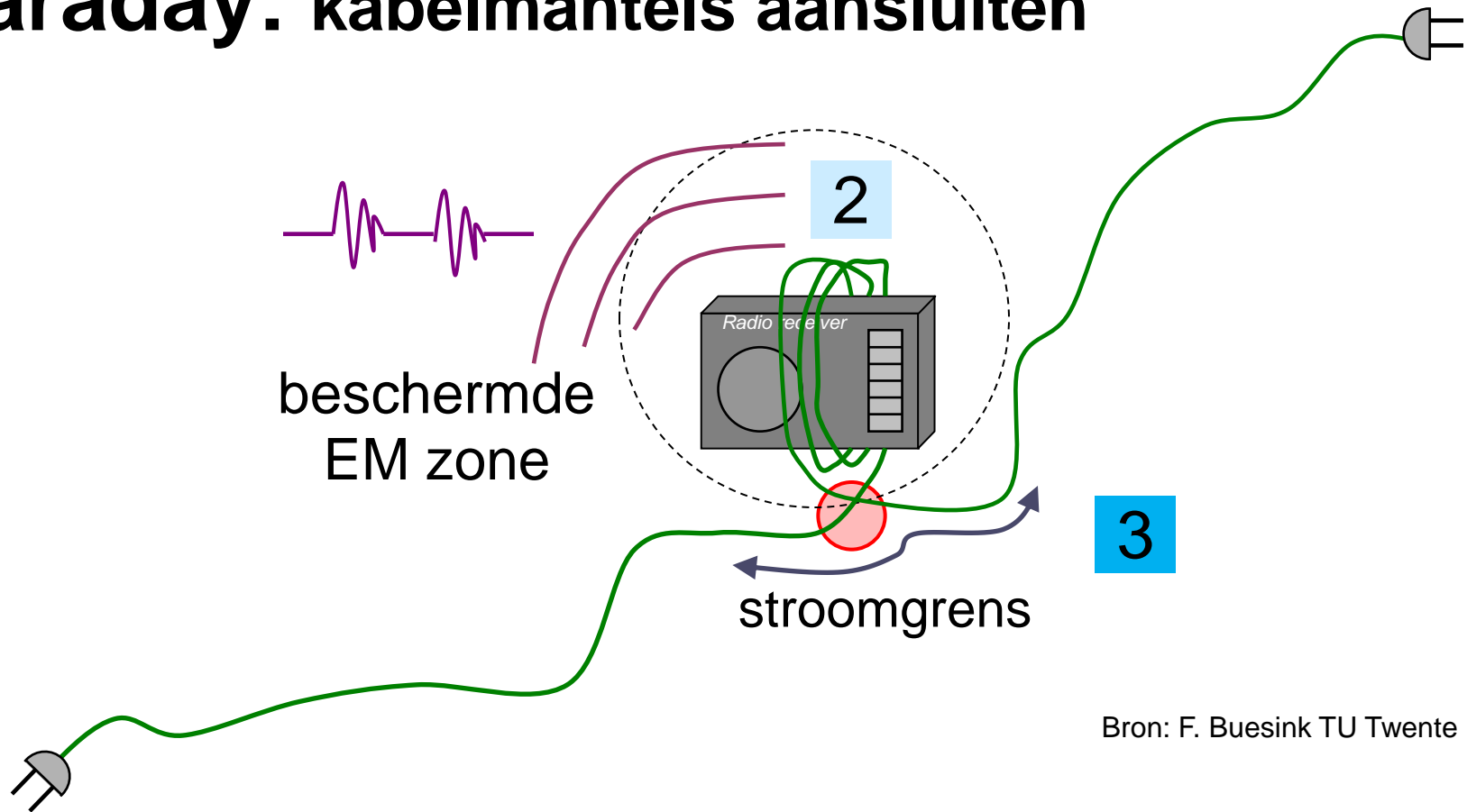
# EMC installatie regels Schiphol

maatregelen op zoneovergangen → EMC-wanden

- ▶ Ten behoeve van EMC dienen er zogenaamde EMC-wanden te worden gerealiseerd die de interfaces (EM scheiding) vormen tussen de verschillende zones; EMC-wand = EM zoneovergang, bijvoorbeeld:
  - het verkeersgebied (EM zone 3) en
  - de technische ruimtes (EM zone 2)
- ▶ De EMC-wand kent verschillende uitvoeringsvormen. De meest duidelijke en tevens ideale vorm is de EMC-wand als behuizing van een EMC-kast; [zie afbeelding/foto](#)
- ▶ In de praktijk zal de EMC-wand echter vaak een uitgekledde EMC-kast zijn, want gereduceerd tot bijvoorbeeld een aardringleiding van een technische ruimte; [zie diverse voorbeelden](#)



# EM zone overgang zonder Kooi van Faraday: kabelmantels aansluiten

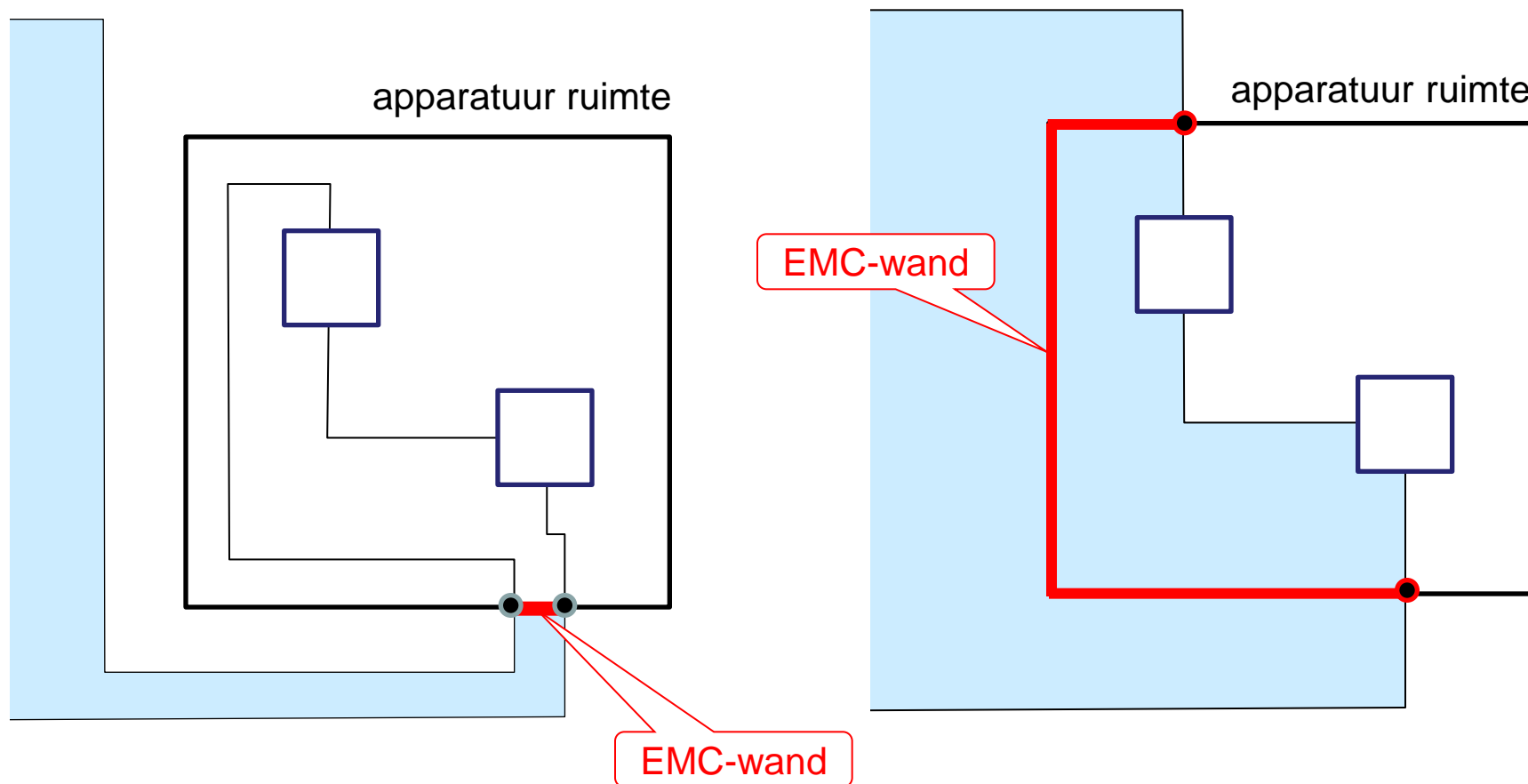


Bron: F. Buesink TU Twente



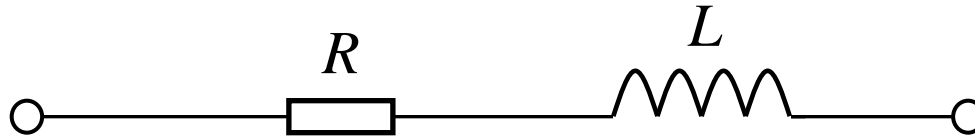


# EM zone overgang: kabelmantels aansluiten



# HF eigenschappen van geleiders

Voor hoge frequenties wordt de zelfinductie van een geleider doorslaggevend



$$Z = R + j\omega L = R + j.2\pi f.L \quad \text{vuistregel: } L = 1 \mu\text{H/m}$$

$$|Z| = \sqrt{(R^2 + \omega L^2)} \Omega$$

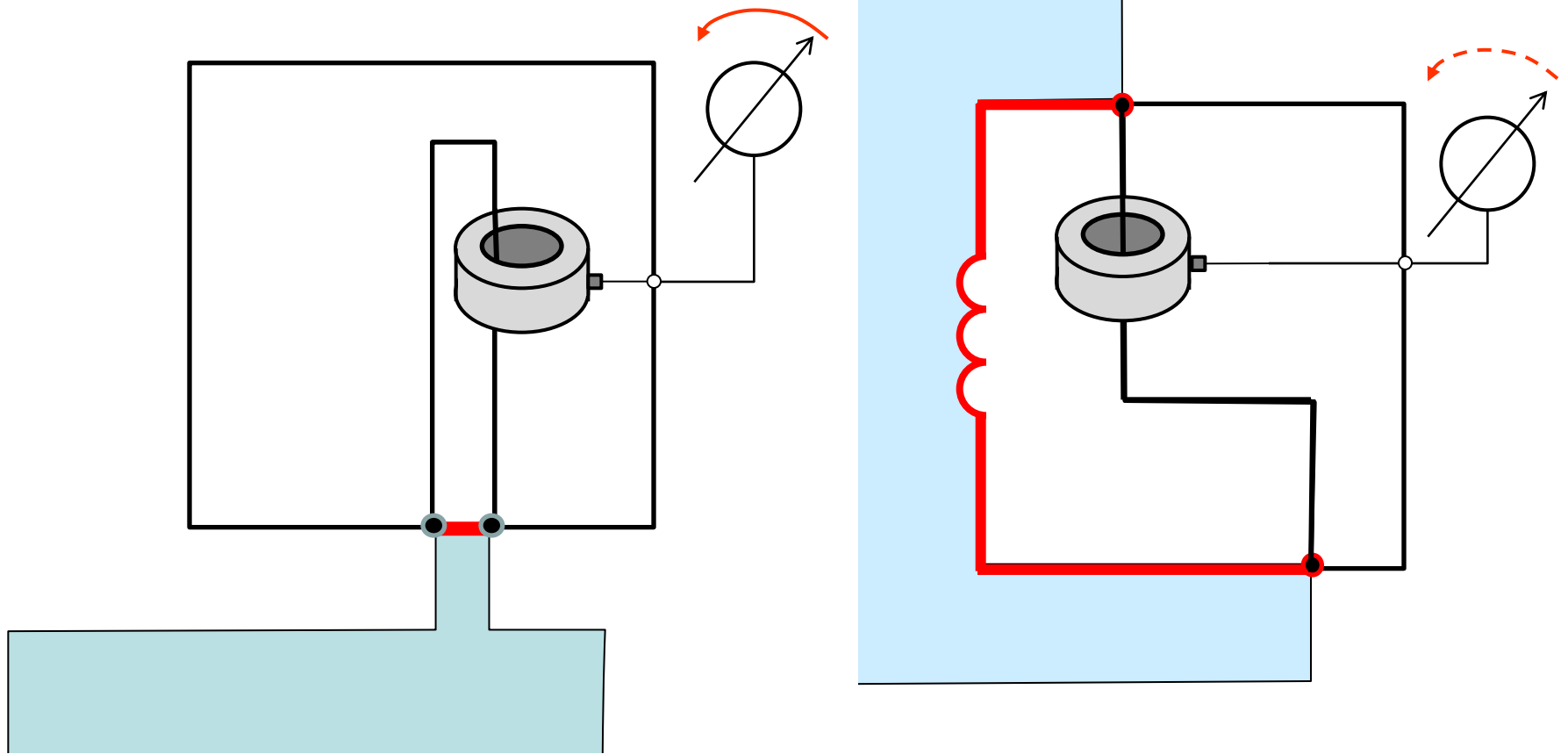
Voorbeeld: 1 meter PE geleider,  $I = 1 \text{ A}$ ,  $R = 10 \text{ m}\Omega$

$$\rightarrow 50 \text{ Hz: } |Z| = \sqrt{(10 \text{ m}\Omega^2 + 0,3 \text{ m}\Omega^2)} \approx 10,0 \text{ m}\Omega \rightarrow U = 10,0 \text{ mV}$$

$$\rightarrow 1 \text{ MHz: } |Z| = \sqrt{(10 \text{ m}\Omega^2 + 6,3 \Omega^2)} \approx 6,3 \Omega \quad \rightarrow \mathbf{U = 6,3 V}$$



# Demo EM zone overgang



# EMC installatie regels Schiphol

Concreet gemaakt door uitwerking in standaard oplossingen

- ▶ Diverse maatregelen in ICT technische ruimtes:
  - TER, voorbeeldruimte TER 010 wordt gerealiseerd samen met ST
  - NER, voorbeeldruimte nog te realiseren
  - SER, voorbeeldruimte SER-T 371 is gerealiseerd samen met ST
- ▶ Aarding van verhoogde vloerconstructie; [zie voorbeeld](#)
- ▶ Aardingsconcept kantooromgevingen; [zie voorbeeld](#)
- ▶ Diverse objecten/installaties in de Terminal:
  - Diverse security systemen, balies, klimaatregeling, etc.
  - LCD/LED schermen, camera's, etc.betreffende typicals zijn tzt nog te realiseren



# EMC installatie regels Schiphol

Standaard oplossing ICT technische ruimte; voorbeeld SER-T 371:

- ▶ Realisatie van ringleiding die ruimtegrens volgt [SER-T 371](#)
- ▶ Vermazing ringleiding conform kastopstelling [SER-T 371](#)
- ▶ Potentiaalvereffening aardleidingen; aansluiting op aardnet gebouw [SER-T 371](#)
- ▶ Potentiaalvereffening wapening/staalconstructie n.v.t. SER-T 371
- ▶ Potentiaalvereffening kabels van buiten n.v.t. SER-T 371
- ▶ Potentiaalvereffening kabels uit andere zone [SER-T 371](#)
- ▶ Potentiaalvereffening goten en ladders [SER-T 371](#)
- ▶ Langsgeleiding goten en ladders [SER-T 371](#)
- ▶ Potentiaalvereffening diverse objecten: groepenkast, LSA verdeler, data- en installatiekasten, overige [SER-T 371](#)
- ▶ Potentiaalvereffening bliksemafleiderinstallatie n.v.t. SER-T 371

# EMC installatie regels Schiphol

Aanpak vervolg:

- ▶ Bestaande regelgeving Schiphol consistent maken met EMC regels:
  - Is inmiddels gebeurt met de HRI van Schiphol Telematics
  - Voor diverse overige regelgeving (o.a. ET003) moet dit nog
- ▶ Diverse typicals zijn nog nader uit te werken
  - security systemen, balies, klimaatregeling, etc.
  - LCD/LED schermen, camera's, etc.
- ▶ Instructies geven aan gebruikers hoe de EMC regels toe te passen
- ▶ Handhaving van de regelgeving in de praktijk

